



LAPORAN HASIL PENELITIAN

**PERBAIKAN KUALITAS AIR
DENGAN MEMBANGKITKAN ALIRAN TURBULEN**

Oleh :
PRIYO NUGROHO P., dkk

Dibiayai oleh Dana DIK Rutin Universitas Diponegoro, Sesuai Perjanjian Pelaksanaan
Penelitian Tanggal 25 Agustus 1998 Nomor : 3908/PT09.H2/N/1998

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
FEBRUARI, 1999**

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. A. Judul Penelitian | : Perbaikan Kualitas Air dengan Membangkitkan Aliran Turbulen |
| B. Macam Penelitian | : Terapan |
| C. Kategori | : Untuk Menunjang Pembangunan |
| 2. Ketua Peneliti | |
| a. Nama Lengkap dan Gelar | : Priyo Nugroho Parmantoro, ST |
| b. Jenis Kelamin | : Laki-laki |
| c. Pangkat/Golongan/NIP | : IIIa/ 132 205 670 |
| d. Jabatan Fungsional | : |
| e. Fakultas / Jurusan | : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik |
| f. Universitas | : Universitas Diponegoro |
| g. Bidang Ilmu Yang diteliti | : Ilmu Lingkungan |
| 3. Jumlah Tim Peneliti | : 4 orang |
| 4. Lokasi Penelitian | : Lab. Pengaliran Fakultas Teknik UNDIP, Kalisari |
| 5. Jangka Waktu Penelitian | : 6 (enam) bulan |
| 6. Biaya yang Diperlukan | : Rp. 3.000.000,- (tiga juta rupiah) |

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro



Ketua Peneliti,

Priyo Nugroho Parmantoro, ST
NIP. 132 205 670

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Diponegoro



ABSTRAK

Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas air adalah dengan proses aerasi. Dalam proses aerasi, besarnya oksigen yang ditransfer dari fase gas (gaseous phase) ke dalam fase cair (liquid phase) sangat tergantung pada luas permukaan (surface area) dan volume fase cair. Semakin besar luas permukaan dan semakin kecil fase cair maka koefisien transfer massa akan semakin besar.

Untuk mencapai tujuan tersebut di atas maka diduga aliran turbulensi yang kuat dapat pula memperluas permukaan fase cair yang bersinggungan dengan fase gas. Salah satu usaha untuk menghasilkan aliran turbulensi yang kuat tersebut adalah dengan merekayasa dasar saluran dengan memberikan tonjolan-tonjolan dengan jarak dan dimensi (tinggi) tertentu sehingga akan tercipta aliran bercampur pusaran.

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat sejauh mana efektifitas aliran bercampur pusaran tersebut yang menghasilkan turbulensi yang kuat terhadap proses reaerasi. Disamping itu pula masalah perilaku hidraulika aliran tetap pula diamati.

Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan adalah dengan mengadakan penelitian dengan pemodelan pada saluran set terbuka. Dilakukan dalam dua tahap; tahap pertama ditekankan pada masalah hidraulika yakni penyebab terjadinya aliran bercampur pusaran yang ditinjau dari variabel-variabel seperti debit aliran, tinggi tonjolan serta jarak tonjolan. Tahap kedua ditekankan kepada masalah kualitas aliran, yakni dari parameter DO. Perilaku hidraulis pada aliran yang melewati sederetan tonjolan diteliti pula.

Karena keterbatasan sarana yang mendukung, maka penelitian dibatasi oleh hal-hal seperti aliran yang datang merupakan aliran sub kritis, laminar dan seragam.

Hasil penelitian membuktikan bahwa aliran bercampur pusaran dapat diciptakan. Dengan batasan penelitian di atas, variabel yang berpengaruh yakni debit aliran, jarak tonjolan dan tinggi tonjolan dapat diformulasikan dengan $F = 1.88 (\lambda/k)$. Dan saat memasuki daerah tonjolan energi spesifik aliran berkurang dan kemudian saat melewati tonjolan-tonjolan (9 buah) yang berikutnya, kecepatan aliran relatif sama besarnya. Pada akhir tonjolan aliran seolah-olah berubah lambat laun menaik sehingga meninggikan muka air serta kecepatan aliran yang secara otomatis energi aliran bertambah pula.

Kualitas air setelah melewati serangkaian tonjolan tersebut tidak banyak berubah. Sehingga untuk kesimpulan sementara bahwa aliran turbulen dengan merekayasa tonjolan-tonjolan pada dasar saluran adalah kurang efektif.

Akan tetapi perlu diteliti lebih lanjut mengenai kemungkinan kecilnya model mempengaruhi jumlah penambahan oksigen terlarut. Disatu sisi air yang jenuh akan oksigen akan sedikit pula menerima oksigen.

KATA HANTAR

Alhamdulillah, akhirnya peneliti dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul Perbaikan Kualitas Air dengan Membangkitkan Aliran Turbulen.

Laporan ini merupakan hasil penelitian ini dibiayai oleh DIK Rutin Universitas Diponegoro dengan nomor kontrak 3908/PT09.H8/N/1998 pada tanggal 25 Agustus 1998 dengan jangka waktu penelitian selama 6 bulan.

Peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro yang telah memberikan kepercayaan dan membimbing sehingga selesainya penelitian ini. Peneliti juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Laboratorium Pengaliran Fakultas Teknik UNDIP, LPPU-UNDIP dan laboratorium Jurusan Biologi Fakultas MIPA UNDIP serta rekan dosen senior yang telah membantu dan membimbing peneliti.

Akhir kata semoga karya kecil ini dapat bermanfaat.

Semarang, Februari 1999

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR | ii |
| RINGKASAN | iii |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR/ILUSTRASI | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN | x |
| BAB I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Umum | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 2 |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1. Masalah Kualitas Air | 3 |
| 2.2. Masalah Hidraulika Aliran | 6 |
| BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN | 12 |
| 3.1. Tujuan Penelitian | 12 |
| 3.2. Manfaat Penelitian | 12 |
| BAB IV METODE PENELITIAN | 14 |
| 4.1. Desain Model | 14 |
| 4.2. Pembuatan Model | 16 |
| 4.3. Running Test | 19 |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN | 21 |
| 5.1. Umum | 21 |
| 5.2. Rezim Aliran Datang | 24 |
| 5.3. Pengaruh Tonjolan | 26 |
| 5.3.1. Aliran di antara Tonjolan | 26 |
| 5.3.2. Perbandingan Aliran Sebelum dan Sesudah Melewati Tonjolan | 29 |
| 5.3.3. Hubungan antara Variabel yang Berpengaruh | 32 |

| | |
|-----------------------------|----|
| 5.4. Kualitas Air | 35 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | 38 |
| 6.1 Kesimpulan | 38 |
| 6.2. Saran | 38 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 5.1. Perhitungan kekasaran dasar saluran | 23 |
| Tabel 5.2. Perhitungan rezim aliran | 25 |
| Tabel 5.3. Hasil perhitungan untuk Q_{alir} , F , λ/k dan y/λ | 34 |
| Tabel 5.4. Hasil pengukuran DO_{awal} dan DO_{akhir} | 35 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1. Grafik Evaluasi Nilai Ka | 4 |
| Gambar 2.2. Penentuan nilai Hv dan X | 5 |
| Gambar 2.3. Aliran di atas bendung puncak ambang lebar | 8 |
| Gambar 2.4. Sketsa aliran kekasaran terisolasi | 8 |
| Gambar 2.5. Sketsa aliran bercampur pusaran | 9 |
| Gambar 2.6. Sketsa aliran mengalir | 9 |
| Gambar 2.7. Hubungan antara Ar, As dan F | 11 |
| Gambar 4.1. Sketsa jalannya air | 17 |
| Gambar 4.2. Detail pemodelan | 18 |
| Gambar 4.3. Diagram alur langkah-langkah pelaksanaan penelitian | 20 |
| Gambar 5.1. Perilaku hidraulik pada (a) λ pendek dan (b) λ panjang | 22 |
| Gambar 5.2. Lokasi pengambilan kecepatan di antara tonjolan | 26 |
| Gambar 5.3. Grafik besarnya kecepatan di antara tonjolan | 27 |
| Gambar 5.4. Pola aliran yang terjadi di antara tonjolan ke-1 dan diagram energi spesifik | 28 |
| Gambar 5.5. Pola aliran yang terjadi di antara tonjolan ke-8 dan diagram energi spesifik | 29 |

Gambar 5.6. Grafik hasil pengukuran kecepatan pada awal dan akhir sejumlah susunan baffle

31

Gambar 5.7. Grafik hubungan antara F (bilangan Froude) dan λ/k

33

DAFTAR LAMPIRAN

HASIL PENGUKURAN DENGAN VARIASI JARAK ANTAR BAFFLE SAAT
TERJADI TURBULENSI

PENGUKURAN KECEPATA PADA TENGAH-TENGAH ANTAR BAFFLE
(JARAK ANTAR BAFFLE = 7 cm)

PENGUKURAN KECEPATAN PADA WAL DAN AKHIR SEJUMLAH SUSUNAN
BAFFLE (JARAK ANTAR BAFFLE = 5 CM)

FOTO-FOTO KEGIATAN

CURRICULUM VITAE

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. UMUM

Untuk menciptakan proses aerasi dapat digunakan teknologi yang berenergi gravitasi ataupun teknologi yang memanfaatkan alat elektrikal-mekanikal. Sampai saat ini banyak teknologi secara elektrikal-mekanikal penghasil proses aerasi yang diciptakan guna meningkatkan kualitas air seperti blower atau kincir air yang digerakkan oleh listrik. Pada umumnya teknologi tersebut digunakan pada instalasi pengolahan air limbah, instalasi pengolahan air minum maupun di tambak-tambak.

Contoh proses aerasi dengan memanfaatkan energi gravitasi terjadi pada terjunan. Proses aerasi dengan memanfaatkan energi gravitasi dapat terjadi pula pada aliran turbulen. Turbulensi terjadi akibat kecepatan dari aliran air melebihi dari kekentalan air itu sendiri. Turbulensi yang kuat dapat mengakibatkan proses aerasi pada aliran sehingga meningkatkan oksigen yang terlarut dalam air di saluran tersebut. Aliran turbulen dapat dihasilkan melalui merekayasa kekasaran dasar saluran. Kekasaran dasar saluran dapat diciptakan dengan memberikan tonjolan-tonjolan dengan dimensi dan jarak tertentu.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

Proses aerasi merupakan peristiwa terlarutnya oksigen di dalam air. Efektifitas dari aerasi tergantung dari seberapa luas dari permukaan air yang bersinggungan langsung dengan udara. Salah satu upaya peningkatan efektifitas aerasi pada suatu saluran adalah merekayasa sedemikian rupa dasar saluran dengan memberikan tonjolan berdimensi dan berjarak tertentu sehingga aliran yang terjadi adalah aliran turbulen yang kuat. Aliran turbulen ini memungkinkan naiknya efektifitas jumlah air yang bersinggungan dengan udara bebas. Jumlah tonjolan (*baffle*) akan berpengaruh terhadap panjang serta luasnya turbulensi yang terjadi.